



Examensarbete inom Landskapsingenjörsprogrammet. 2007:8
ISSN 1651-8160

Rotinträngning i VA-ledningar

– En fallstudie i Växjö

Johan Östberg

Institutionen för Landskaps- och trädgårdsteknik
Box 66
230 53 ALNARP

Förord

”Rotinträngning i VA-ledningar – En fallstudie i Växjö” är ett examensarbete inom landskapsingenjörsprogrammet. Det är skrivet på C-nivå inom ämnet teknologi och motsvarar 10p. Examensarbetet har genomförts på Institutionen för Landskaps- och trädgårdsteknik vid SLU i Alnarp.

Jag vill tacka min handledare Håkan Schroeder och min biträdande handledare Örjan Stål för hjälp med genomläsning, tips och fakta, samt Markus Svensson och Anna-Carin Forsman för ett gediget korrekturläsningsarbete. Ett stort tack går även till VA-verket i Växjö, och då speciellt Sivert Rosén, som hjälp mig med filmningar, kartor och ovärderlig information.

Området rotinträngningar i VA-ledningar har intresserat mig från första terminen på landskapsingenjörsprogrammet då jag först läste Örjan Ståls examensarbete *Trädrötter och ledningar* (1992). Valet var därför mycket enkelt när jag skulle börja skriva mitt examensarbete.

Samtliga bilder och tabeller är, om inget annat anges, tagna/gjorda av författaren.

Sammanfattning

Inom kort kommer VA-sidan i Sverige att lägga ner runt 500 miljoner kronor på skador som stadsträd orsakar på VA-ledningar. Denna kostnad kommer med stor sannolikhet att fortsätta att öka, eftersom trängseln i marken hela tiden ökar. Genom forskning kan metoder för att minimera och förutspå rotinträngning tas fram och spridas till berörda parter.

Mitt syfte var att, genom min uppsatts få en ökad förståelse för de faktorer som påverkar när och hur en rotinträngning uppstår, och genom denna förståelse försöka utarbeta rekommendationer för att både minska risken för rotinträngningar och hitta lämpliga lösningar på befintliga rotproblem.

Uppsatsen består av två delar, en litteraturstudie och en fallstudie. Litteraturstudien bygger på relevant litteratur som ska ge en bild av problemen med träd i städer och tidigare gjord forskning inom ämnet. Fallstudien är gjord på fyra olika områden i Växjö som har problem med rotinträngningar i VA-ledningar. Där det har gått har jag jämfört tidigare filmningar med filmning som gjorts nu i höst för att få en uppfattning av hur stort problemet med rotinträngningar är i de valda områdena.

De fyra områdena i min fallstudie har alla olika rotinträngningsproblem, och därigenom olika rekommenderade åtgärder. Alpgatan består av privatägda träd med endast ett fåtal större rotinträngningar. Min rekommenderade åtgärd är här att VA-verket bekostar borttagningen av det aktuella trädet. Värendsgatan har stora rotproblem och samtliga träd är ägda av parkförvaltningen. Ledningarna är i mycket dåligt skick och kommer att läggas om. Här har det främst handlat om rekommendationer för att undvika framtida rotinträngningar i den nya ledningen. X-perimenthuset handlar om borttagning av träd som inte ger omgivningen annat än skötselkostnader. VA-verket bör även här gå in och ta kostnaden för att undvika att en ny rotinträngning sker kort efter åtgärden. Den sista platsen som studerats är Örbäcksvägen, där det för en tid sedan gjordes en stor uppröjning och anlades en serviceväg ovanför ledningen. Detta har enligt filmningarna visat sig vara effektivt för att förhindra nya rotinträngningar.

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
1.1 Bakgrund.....	1
1.2 Syfte och frågeställning	2
1.3 Avgränsning.....	2
1.4 Metod	2
2. Träden	3
2.1 Pionjärarter.....	3
2.2 Sekundärarter	3
2.3 Problemarter.....	4
3. Rötterna.....	4
3.1 Rottryck.....	5
4. Markens betydelse	6
5. Rotinträngningar i VA-ledningar	8
5.1 Olika ledningar.....	9
5.1.1 Spillvattenledningar	9
5.1.2 Dagvattenledningar	10
5.1.3 PVC.....	10
5.1.4 Betong	10
6. Olika åtgärder vid rotinträngningar	11
7. Förebyggande åtgärder.....	12
7.1 Samarbete mellan Parkförvaltningarna och VA-verken	13
8. Åtgärdsexempel för hantering av konflikter	14
8.1 Malmö	14
8.1.1 Privatägda träd	14
8.1.2 Träd ägda av parkförvaltningen	14
8.2 Linköping.....	15
8.2.1 Privatägda träd	15
8.2.2 Träd ägda av parkförvaltningen	15
8.3 Växjö.....	15
8.3.1 Privatägda träd	15
8.3.2 Träd ägda av parkförvaltningen	15
9. Fallstudie i Växjö	16
9.1 Syfte	16
9.2 Metod	16
9.3 Tillvägagångssätt	17
10. Resultat och diskussion av fallstudierna i Växjö	19
10.1 Alpgatan.....	20
10.1.1 Resultat	20
10.1.2 Diskussion.....	21
10.2 Värendsgatan.....	22
10.2.1 Resultat	22
10.2.2 Diskussion.....	23
10.3 X-perimenthuset.....	23
10.3.1 Resultat	23
10.3.2 Diskussion.....	24
10.4 Räppe, Örbäcksvägen	25
10.4.1 Resultat	25
10.4.2 Diskussion.....	26

11 Slutsatser från fallstudierna med förslag till åtgärder	26
11.1 Alpgatan.....	26
11.2 Varendsgatan.....	27
11.3 X-perimenthuset.....	27
11.4 Örbäcksvägen.....	28
12. Diskussion.....	28
12.1 Markförhållandenas betydelse	28
12.2 Samarbete Parkförvaltning – VA-verk	29
12.3 Samarbetet Parkförvaltningen – VA-verket i Växjö.....	29
12.4 Jämförelse mellan de olika områdena i fallstudien.....	30
12.5 Samverkansrutiner	31
12.6 Behov av forskning och utveckling	32
12.7 Svagheter i uppsatsen.....	33
14. Källförteckning	34
14.1 Litteratur	34
14.2 Elektroniska källor	35
14.3 Kartor	35
14.4 Muntliga källor.....	35

Bilaga 1. Ledningskarta, Alpvägen

Bilaga 2. Ledningskarta, Varendsgatan

Bilaga 3. Trädkarta, X-perimenthuset

Bilaga 4. Ledningskarta, Örbäcksvägen

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Trädens situation i städerna blir allt svårare. I marken trängs deras rötter, ofta i alltför små planteringsgropar, med VA-ledningar, fjärrvärme och andra konstruktioner. Denna underjordiska trängsel skapar problem både för träden och VA-sidan. Träden får en reducerad tillväxt, för tidiga höstfärger samt minskad motståndskraft mot skadeangrepp, och för att överleva tränger de in i VA-ledningar. Denna överlevnadsstrategi kan komma att kosta samhället runt 500 miljoner kronor per år (Bäckman, 2005).

Markens beskaffenhet är en mycket viktig faktor för hur väl träden ska utvecklas. Med rätt metoder kan man undvika packningsskador, hindra rotinträngningar i VA-ledningar samt ge träden den mängd jord som de behöver för att utvecklas på ett arttypiskt vis. Minst lika viktig som markens beskaffenhet är samarbete mellan Parkförvaltning och VA-verket för att undvika rotinträngningar. Med hjälp av kommunikation mellan de olika avdelningarna kan man undvika att misstag görs redan i planeringsstadiet. Jag kommer i min uppsatts ta upp tre olika städers samarbetssätt: Malmö, som har kommit mycket långt i samarbetet mellan Park och VA, Linköping, där samarbetet håller på att utarbetas, samt Växjö där samarbetet i dagsläget är mycket bristande.

Att redan från början skapa goda växtbetingelser för träden kostar visserligen mer än att använda sig av de traditionella växtgroparna. Men att byta ut döda träd i en färdig växtbädd kan kosta 10 000 kr eller mer (Bengtsson & Lindberg, 1994). Om man även räknar in de 500 miljoner kronor som VA-verken kan komma att lägga varje år på skador som stadsträd orsakar VA-ledningar, så är incitamentet att redan från början skapa goda växtbetingelser för stadsträden stort. Ändå planteras det fortfarande träd i gropar som endast är 3-4 m³, i Växjö t.o.m. så små som 0,25 m³, vilket antingen leder till att trädet dör, får begränsad tillväxt eller går ner i VA-ledningar. Dessa olika scenarier kostar alla pengar i slutänden. Man bör därför vid all plantering sträva efter att ha rätt sorts träd på rätt plats och med rätt förutsättningar. Man bör alltid försöka undvika arter som har ett stort vattenbehov då dessa har svårare att klara sig i den oftast väl-dränerade jorden som finns i städerna.

1.2 Syfte och frågeställning

Mitt syfte var att genom min uppsats få en ökad förståelse av de faktorer som påverkar när och hur en rotinträngning uppstår, och genom denna förståelse försöka utarbeta rekommendationer för att både minska risken för rotinträngningar och för att hitta lämpliga lösningar på befintliga rotproblem.

Huvudfråga: *Hur kan antalet rotinträngningar i VA-ledningar minimeras?*

Delfrågor:

- *Vilka metoder har visat sig vara effektiva för att minimera rotinträngningar i VA-ledningar?*
- *Vilka metoder finns det för de olika problemområdena i Växjö?*
- *Vilken metod kan rekommenderas för de olika problemområdena i Växjö?*
- *Hur fungerar samarbetet mellan VA- och Parksidan i Växjö?*

1.3 Avgränsning

Fallstudien i Växjö är begränsad till de fyra problemområdena. Egna jordanalyser kommer av tidsskäl inte att genomföras, det samma gäller för kostnadsberäkningar för de föreslagna åtgärderna på de olika områdena.

1.4 Metod

Uppsatsen består av två delar, en litteraturstudie och en fallstudie. Litteraturstudien bygger på relevant litteratur som ska ge en bild av problemen med träd i städer och tidigare gjord forskning inom ämnet.

Fallstudien är gjord på fyra olika områden i Växjö som har problem med rotinträngningar i VA-ledningar. Dessa områden är framtagna med hjälp av information från VA-avdelningen i Växjö. Målet är att dessa områden ska representera tre olika typer av problem:

- 1 Ledningarna är dåliga och bör bytas ut.
- 2 Träden är i dålig kondition, ledningarna behöver inte bytas ut.
- 3 Träden bör sparas.

Där det har gått har jag jämfört tidigare filmningar med filmning som gjorts nu i höst för att få en uppfattning om hur stort problemet med rotinträngningar är i de valda områdena.

2. Träden

Träden är ett viktigt inslag i stadsbilden; de bidrar inte bara med estetiska värden, utan har även enligt undersökningar visat sig hälsobefrämjande. Det finns flera städer som vill profilera sig just genom sina grönmiljöer: Malmö – Parkernas stad, Umeå – Björkarnas stad osv. Men för att våra städer även i fortsättningen ska kunna vara gröna krävs kunskap om trädens behov. Jag skall därför i de första styckena av uppsatsen gå igenom pionjärarter, sekundärarter samt lite om trädens rötter och krav på markförhållandena.

Träden behöver näring, vatten, syre och jordvolym i lagom mängder. Om de inte får detta i den planteringsyta de är planterade i så slutar de växa och dör, eller söker sig till ledningsgravar och VA-ledningar. En lämplig planteringsgrop består av ca 15 m³ jord och en öppen beläggning som släpper igenom vatten och organiskt material. Man kan i en dansk rapport (Bühler, Norgaars Nielsen & Kristoffersen 2006) läsa att en ökning av den öppna jordytan med 2 m² ger ca 640 l mer vatten under en tillväxtsäsong. Detta är ett starkt argument för att man ska ha stora öppna planteringsytor.

2.1 Pionjärarter

Pionjärarter är som arter som i ett tidigt skede etablerar sig efter det att en mark har röjts. Pionjärarter är oftast snabbväxande, har en kort livslängd och ett snabbväxande rotsystem med hög rotenergi. De klarar ofta dåliga markförhållanden bra, som exempelvis mark med låg humus- och näringshalt (Orvesten, Kristoffersson & Stål, 2003).

Det är pionjärarterna som oftast skapar rotinträngningsproblem, speciellt pil och poppel (Orvesten, Kristoffersson & Stål, 2003). Projektörerna bör inte sluta använda dessa arter, men däremot bli mer medvetna om deras krav och förmåga att tränga in i ledningar.

2.2 Sekundärarter

Sekundärträd är arter som etablerar sig sent efter att ett område ha blivit röjt. De konkurrerar i naturen ut pionjärarterna och bildas stabila bestånd. Sekundärarter är ofta långsamväxande, har ett rotsystem med mindre rotenergi och har högre krav på markförhållandena. Det är därför sekundärarter kan ha problem att etablera sig på mark där pionjärarter har kunnat växa utan större problem, exempelvis packad mark.

Sekundärarterna har oftast en låg rotenergi, dock finns två viktiga undantag: hästkastanj och skogsalm, vilka har visat sig kunna penetrera ledningar i stor utsträckning. (Orvesten, Kristoffersson & Stål, 2003). Orvesten,

Kristoffersson & Stål (2003) skriver vidare att vi idag vet ganska lite om sekundärträdens förmåga att tränga in i VA-ledningar på lång sikt. Man bör därför vara försiktig även i situationer där sekundärträd förekommer nära avloppsledningar. Det som gör det svårt att undersöka sekundärträdens förmåga att penetrera VA-ledningar är att de, jämfört med pionjärträden, växer relativt sakta, samt att de har en mycket god livskraft under en lång period. Detta kan leda till risker för rotinträngningar fastän arten är av typen sekundärträd.

2.3 Problemarter

Alla träd kan vid felplacering tränga in i VA-ledningar (Ridgers, Rolf & Stål 2005). Men det finns arter med högre rotenergi och hög tillväxttakt som bör undvikas vid planteringar nära VA-ledningar. Tabell 1 skall dock endast tas som en vägledning.

Tabell 1. Olika arters egenskaper, som kan vara viktiga vid riskbedömningar av rotinträngningar. (Thamm, 1999 ur Ridgers, Rolf & Stål 2005 s. 10)

Trädart	Pionjär- (P) / Sekundärart (S)	Rotenergi	Känslighet för vattenbrist	Tillväxttakt
<i>Acer campestre</i> , naverlön	S	Hög	Låg	Långsam
<i>Acer pseudoplatanus</i> , sykomorlön	P/S (!)	Medel	Medel	Långsam
<i>Aesculus hippocastanum</i> , hästkastanj	S (!)	Hög	Hög	Snabb
<i>Betula pendula</i> , vårtbjörk	P (!)	Hög	Hög	Snabb
<i>Malus baccata</i> , bärapel	P	Låg	Låg	Långsam
<i>Platanus acerifolia</i> , platan	S (!)	Hög	Låg/ Medel	Snabb
<i>Populus sp.</i> , poppelarter (samtliga)	P (!)	Hög	Hög	Snabb
<i>Quercus robur</i> , skogsek	S	Hög	Låg/ Medel	Långsam
<i>Robinia pseudoacacia</i> , robinia	S (!)	Hög	Låg	Snabb
<i>Salix sp.</i> , pilarter (samtliga)	P (!)	Hög	Hög	Snabb
<i>Sorbus intermedia</i> , oxel	P	Låg	Låg	Långsam
<i>Tilia cordata</i> , skogslind	S	Låg	Låg/ Medel	Långsam
<i>Ulmus glabra</i> , skogalm	P/S (!)	Hög	Hög	Snabb

3. Rötterna

Rötternas funktion är att samla vatten och näring till trädet. Detta görs genom rothåren, som är encelliga utskott från de yttersta vävnaderna på rotändarna (Stål, 1992), vilka ständigt nybildas när roten växer (Vollbrecht, 2000).

För att rötterna, och dess rothår, skall kunna tränga igenom jorden krävs makroporer, vilka kan vara t.ex. sprickor och maskgångar som är större än 0,03 mm (Rolf, 1986). Dessa porer påverkar även hur stor andel vatten och syre som finns i jorden. Rötterna behöver nämligen minst ca 12 % syre för

att kunna växa (Vollbrecht, 2000). Utan ett porsystem, som förser rötterna med vatten och tillåter rötterna att tränga fram genom marken, kan inte växten nå sin optimala utveckling (Stål, 1992).

Man har tidigare haft uppfattningen att trädrötter inte gärna växer djupare än 2,5 meter, och att de generellt befinner sig i de översta 40-80 cm tjocka jordlagret. Men det har visat sig att trädens sökande efter näring och vatten gör att de kan nå betydligt djupare än 2,5 meter (Stål, 1997 ur Andersson, 1997). Det har t.o.m. upptäckts trädrötter i en norsk gruva 100 meter under marknivå¹!

Man har tidigare även trott att det finns tre typer av rotsystem: Hjärtrotsystem, pålrotsystem och sänkrotsystem (Stål, 1992), *se bild 1*. Detta är tyvärr något som man fortfarande tror inom branschen, vilket kan göra att man planterar träd som man tror har ett hjärtrotsystem, som i teorin skulle minska risken för rotinträngning i VA-ledningar, men som i verkligheten utvecklar en pålrot som direkt tränger in i ledningarna. Som man tidigare kunnat läsa, är det trädens sökande efter vatten och näring och inte enbart de genetiska förutsättningarna som avgör vilken typ av rotsystem de kommer att få². Där- emot finns det högriskarter, d.v.s. trädarter som under dåliga ståndortsförhållanden i gatumiljö visat sig mycket kapabla att tränga in i VA-ledningar. Om ett rotsystem är en högriskart eller ej beror på flera faktorer: om de är pionjär eller sekundärarter, har hög eller låg rotenergi, känsligheten för vattenbrist samt deras tillväxttakt (Stål, Rolf och Ridgers 2005).

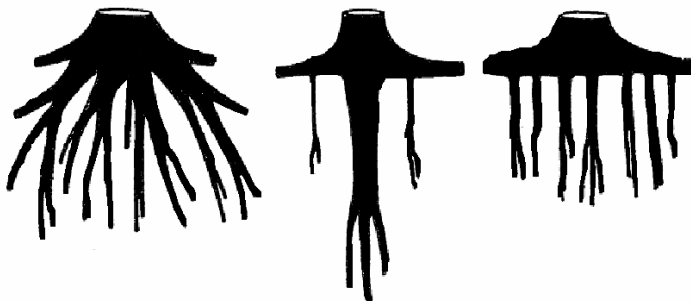


Bild 1. Från vänster: hjärtrotsystem, pålrotsystem och sänkrotsystem. (Inspiration från Köstler: Die Wurzel der Waldbäume, 1968. Ur Stål 1992)

3.1 Rottryck

Rottrycket mäts i MPa som betyder Megapascal och är ett mått på det tryck som roten ger upphov till i framåttled (Benson, 1995).

I en australiensisk rapport fastslås att det gällande australiensiska kravet på 0,55 MPa (Burn, Lu & Whittle, 2000), i motståndskraft mot rotinträngning,

¹ Örjan Stål, muntligen, 2006-10-13

² Örjan Stål, muntligen, 2005-09-08

är för högt. De anser därför att lägre krav kan ställas på rörtillverkarna när det gäller det tryck i MPa som rören måste klara av. Detta stämmer dock inte med den tyska rapporten av Bennerscheidt, Bosseler & Stützel (2004), där siffran 0,6 MPa nämns som det högsta tryck en rot kan åstadkomma. Vidare forskning av det tyska teamet har kommit fram till 1,3 MPa³, eller en svensk VA-forsk rapport (Ridgers, Rolf & Stål, 2005) där 2,6 MPa (Taylor & Ratliff 1969 m.fl. i Ridgers, Rolf & Stål, 2005) anses som det maximala trycket. Som förklaring på det betydligt högre värdet, som omnämns i Ridgers, Rolf & Stål (2005) skriver de att mestadels av den forskning som bedrivits har gjorts på arter som inte beter sig på samma sätt som de arter som oftast skapar rotinträngningar, samt att forskningen endast hållit på i runt ett års tid. Som exempel kan nämnas den australiensiska siffran (Burn, Lu & Whittle, 2000) kommer från labbundersökningar med *Lolium* (en gräsart) och *Melaleuca armillaris* (Engelska: *Bracelet Honey Myrtle*), vilka inte penetrerade fogar som Goliat poppel *Populus canadensis 'Robusta'* gjorde i Alnarpsförsöket (Ridgers, Rolf & Stål, 2005)

I Orvesten, Kristoffersson & Stål (2003) skrivs det om samlingsbegreppet rotenergi som består av delarna:

- tillväxthastighet
- kapacitet att nå en vid utbredning
- kapacitet att penetrera svår genomtränglig mark, skarvar och håligheter i avloppsledningar m.m.

4. Markens betydelse

Marken är det viktigaste för trädet, tillsammans med ljuset, syret och koldioxid i luften. För att ett träd skall kunna leva och utvecklas måste det kunna få sina behov tillgodosedda (Andersson 1997). Men för träd i gatumiljöer är begränsningen av tillgänglig jordvolym ett stort problem. En vanlig jordvolym för träden är idag 3-4 m³, samtidigt som ett stort träd behöver en jordvolym på mellan 10-20 m³ för att kunna tillgodose sitt vatten- och näringsbehov (Stål 1992). I Växjö har man t.o.m. använt sig av modellen 60x60x70 gropar, vilket ger ca 0,25 m³ jord⁴!

I stadsmiljö försvåras tillförseln av organiskt material, vatten och näring genom att man täcker stora delar av planteringsytan med någon typ av hårdgjorda yta, såsom gatsten och asfalt. Enligt Rolf (1986) kan urbana jordar vara mycket speciella, genom den påverkan de utsätts för. Vägsalt, giftiga gaser och mekanisk påverkan gör miljön svår för växterna. Även den packning som ofta sker av urbana jordar påverkar träden negativt. Stål (1992) skriver att den packade marken är den faktor som vid nyanläggning har störst inverkan på växtmaterialens etableringsmöjligheter.

³ Örjan Stål, muntligen, 2006-11-27

⁴ Kenneth Hermansson, muntligen, 2006-10-30

Packning av jord är mycket svårt, om inte omöjligt, att undvika under byggprocessen. Men hur packad en jord blir beror dock på fordonens axeltryck, jordens kornstorlek och jordens vattenhalt vid packningstillfället. Enligt Ljungars (1977 ur Rolf, 1993) är vattenhalten vid körning den viktigaste parametern för hur omfattande packningen blir. Man bör därför minimera riskerna för jordpackning genom att från början planera in var grönyterna i ett byggprojekt skall vara, samt undvika att arbeta med jordar under de perioder på året då jordarna är som blötast.

Enligt Stål (1992) har packade jordar en stor inverkan på om trädet ska penetrera VA-ledningar eller inte. Om jorden inte är packad söker sig trädet inte direkt ner i ledningsgravarna, utan utvecklas runt trädet. Enligt Gustafsson⁵ kan man räkna med att lerjordar spricker upp genom omväxlande torka och väta. Däremot packas en moränjord eller jord med enkelkornstruktur snabbt, och på så sätt hindras trädrötterna från att gå ner på större djup, förutom efter lång tid då sprickor bildats med hjälp av vindens gungning av trädet. Att olika typer av jordar förändrar rotinträgningsfrekvensen har dock inte kunnat bevisas i den undersökning som utfördes av Stål 1996. Han påpekar att jordarten kan ha betydelse, men att det behövs mer forskning, då de olika kommunerna som deltog i undersökningen har stora variationer i jordartstyper inom kommungränsen.

4.1 Skelettjordar

En av lösningarna till de små växtbäddarna är så kallade skelettjordar. Principen är att man blandar växtsubstrat med större stenar, stenarna bildar då ett skelett som kan hålla upp den hårdgjorda ytan och på så sätt hindra att jorden blir packad. Rolf (1994) skriver om ett projekt vid Stortorget i Lund, där man genom att använda skelettjord har kunnat koppla samman tio planteringsgropar á 9 m³, vilket gör att samtliga träd kan breda ut sig i de 90 m³ som bildas. I Göteborgs stads trädpolicy (2005) kan man läsa om ett projekt där man, genom användning av skelettjordar kunde göra så att varje nyplanterad lind fick ca 18 m³ växtjord. Man kan även läsa att man kunnat skapa "övergångsställen" under de hårdgjorda ytorna med hjälp av skelettjordar, vilket gjort att träden kunnat nå ytor med större jordvolymer.

Man kan, ur Göteborgs stads trädpolicy (2005), utläsa att man endast bör använda skelettjord där det är absolut nödvändigt, då det är svårt att tillföra organiskt material, vilket gör att marken till sist får slut på näring. Vidare går det att läsa i trädpolicy (2005, s. 30) att "*Allra bäst förutsättning får dock trädet med tillgång till en stor sammanhängande växtbädd utan inblandning av sten i jorden*".

⁵Eva-Lou Gustafsson, muntligen, 2006-11-17

5. Rotinträngningar i VA-ledningar

Som nämndes i inledningen är rotinträngningar i VA-ledningar en stor kostnad för samhället, Bäckman (2005) uppskattar att kostnaden i Sverige snart är runt 500 miljoner kronor, och Bennerscheidt, Bosseler & Stützel (2004) skriver att kostnaden snart är över 1 miljard euros i Tyskland. Denna kostnad kommer med all sannolikhet att fortsätta att öka och att det ännu inte är helt utrett varför trädrötter söker sig ned i VA-ledningar.

Tidigare har man trott att trädrötter sökte sig till ledningar i sökandet efter det vatten som läckte ur dem (Bennerscheidt, Bosseler & Stützel, 2004). Men enligt forskningsrapporten ovan är detta ej fallet. Det läckage som sker från ledningarna är för litet för att tillgodose rötternas behov av vatten. Rötterna förgrenar sig heller inte vid ledningarna såsom är fallet då det finns växttillgängligt vatten i tillräckligt hög utsträckning.

Bennerscheidt, Bosseler & Stützel (2004) presenterar i sin forskning teorin om att rörens form skapar en ficka i rörskarvarna mellan rören när dessa anläggs. Rötterna fastnar sedan i en rotsnurr runt röret, för att sedan skapa ett tryck som är så pass stort att rötterna trycks in genom gummipackningen. Detta stämmer dock inte med den forskning som gjordes i Alnarp mellan åren 1993-2004, då man planterade Goliat-poppel (*Populus canadensis Robusta*) rakt ovanför ledningar av olika sorters material. Rötterna sökte sig då rakt genom skarvarna utan att först ha snurrat sig runt skarven (Ridgers, Rolf & Stål, 2005). Enligt samma undersökning finns det i dagsläget inga ledningar, förutom helsvetsade ledningar, som kan motstå rotinträngningar. Dock bör det tilläggas att de helsvetsade ledningarna har svaga punkter såsom brunnar och serviser⁶.

En växtplats, som inte står i relation till vad en specifik trädart önskar, tidigare lägger tidpunkten för rotinträngningstillfället. Rötterna hittar så småningom ledningsgravar med VA-ledningar. De porösa ledningsgravarna är lättpenetrerade och trädrötterna söker sig fram till eventuella ingångshål i avloppsledningarna (Ridgers, Rolf & Stål, 2005). Även Bennerscheidt, Bosseler & Stützel (2004) skriver att det är markens densitet som avgör i vilken riktning rötterna växer.

Vi vet att tidpunkten för när ett träd tränger in i en avloppsledning huvudsakligen styrs av följande faktorer:

- Trädarten på platsen.
- Vilken typ av ståndort som skapats för trädet.
- Avståndet mellan träd och avloppsledning.
- Vilken typ av förebyggande åtgärd som vidtagits för att försvåra rotinträngning.
- Val av rörtyp, rörmaterial och anläggningsmetod.

(Rolf, Ridgers & Stål 2005)

Rötterna är inte enbart ute efter vatten och näring när de penetrerar ledningarna, utan även efter det syre som de saknar när jorden är hårt packad. Det är

⁶ Örjan Stål, muntligen, 2006-10-13

därför man kan se rötter i el-ledningsrör och gamla militärbunkrar. Platser som helt saknar både vatten och näring, men där rötterna ändå utvecklas⁷.

5.1 Olika ledningar

Enligt forskning gjord av SLU i Alnarp tränger popplar igenom PVC- och betongrör på mellan 2-4 år (Ridgers, Rolf & Stål 2005). Detta går helt emot den forskning som är gjord i Australien (Burn, Lu & Whittle, 2000) där man genom experiment i labb har kommit fram till att PVC-skarvar inte drabbas av rotinträngningar. Stål⁸ kritiserar denna forskning på grund av de arter som användes vid försöken, gräs av arten *Lolium* och busktypen *Melaleuca armillaria*, och att testerna gjorts i labbmiljö och inte i naturliga förhållanden. Försöksperioden var i det australiensiska försöket 6 månader för *Lolium* och 32 månader för *Melaleuca armillaria*, vilket kan jämföras med den studie som gjordes i Alnarp med *Populus canadensis 'Robusta'* under ca 10 år, mellan åren 1993 till 2004 (Ridgers, Rolf & Stål 2005).

Stål⁹ påpekar att även om en ny typ av rotinträngningssäker ledning kommer ut på marknaden så löser inte detta problemet med rotinträngningarna, då det fortfarande finns många ledningar i marken som med stor sannolikhet kommer att råka ut för rotinträngning innan den ekonomiska livslängden är uppfylld.

5.1.1 Spillvattenledningar

Spillvattenledningar innehåller mycket näring och har ofta ett konstant flöde, vilket gör dem särskilt attraktiva för trädrötter. Då de flesta typer av träd inte har rötter som överlever långa perioder i vatten växer oftast trädrötterna som ett draperi på ovansidan, eller på sidorna av spillvattenledningar (Rolf, Ridgers & Stål 2005), se bild 2. Det förekommer dock fall då en rotmatta bildas i spillvattenledningar, men dessa är då ledningar som inte används så mycket, vilket möjliggör rotbildning på ledningens nederkant.

⁷ Örjan Stål, muntligen, 2006-10-13

⁸ Örjan Stål, muntligen, 2006-09-12

⁹ Örjan Stål, muntligen, 2006-09-26



Bild 2. Rotinträngning i en spillvattenledning på Alpgatan i Växjö (Scandinavian VA-teknik, 2006-10-06)

5.1.2 Dagvattenledningar

Dagvattenledningar har ofta ett ojämnt flöde, vilket gör att rötterna främst utvecklas i ledningens botten där fuktförhållandet är bäst för rötterna (Rolf, Ridgers & Stål, 2005). Vid större regn är det dessa ledningar som skapar mest problem. Det kan nämligen gå lång tid mellan de större regnen, vilket gör att man inte märker att rören är igenväxta förrän det blir översvämningar.

5.1.3 PVC

PVC-ledningar har länge ansetts som rotsäkra, förutom vid slarv i anläggningsskedet (Stål 92). Men undersökningar i Alnarp har visat att även PVC-ledningar, som är fackmannamässigt lagda, inte kan motstå rotinträngning (Ridgers, Rolf & Stål, 2005). I Växjö finns det inte några dokumenterade fall av rotinträngningar i PVC-ledningar. Men det har heller inte gjorts några filmningar av det yngsta ledningsnätet där PVC-ledningar ingår¹⁰.

5.1.4 Betong

Betongledningar är den typ av ledningar som oftast råkar ut för rotinträngningar. Detta beror främst på att de är äldre, men även på grund av att skarvarna inte är lika täta som de i PVC-ledningar. När man ser på de riktigt

¹⁰ Nils Lindström, muntligen, 2006-10-09

gamla betongledningarna är skarvarna fram till 1960-talet tätade med tjärat garn (Stål, 1992 och Stål, 2005).

I Växjö är det även stora kvalitetsskillnader på olika betongrör, t.o.m. i samma ledningssträcka. Detta beror på att det var många små gjuterier med olika resurser som samtidigt tillverkade ledningarna. Var det en vecka brist på cement så fick rören som tillverkades helt enkelt innehålla mindre andel cement¹¹.

5.1.5 Helsvetsade

Helsvetsade ledningar saknar helt skarvar, vilket gör dem säkra för rotinträngningar. Däremot kan rotgenomträngningar ske i skarvar mellan olika material, vid serviser och vid brunnar (Rolf, Ridgers & Stål, 2005). Anledningen till att man inte använder helsvetsade ledningar överallt, är att dessa är svårare att anlägga än de ledningar där man fogar ihop segment¹².

6. Olika åtgärder vid rotinträngningar

Det finns ett flertal olika åtgärder man kan vidta när man har fått problem med rotinträngningar:

- Omläggning. Schaktarbete utförs och helt nya ledningar läggs. Man kan här lägga helsvetsade rör i plastmaterial. Detta är speciellt intressant på sträckor där befintlig vegetation ska bevaras och framtida rotproblem kan förutses för konventionellt anlagda ledningar (Rolf, Ridgers & Stål, 2005).
- Infodring med strumpa. Denna metod går ut på att en strumpa i en typ av glasfibermaterial vrängs in i ledningen för att sedan härdas på plats (Orvesten, Kristoffersson & Stål 2003). Detta ger fullgott skydd i ledningssträckorna, men inte vid serviser och skarvar. Metoden är speciellt intressant på sträckor där man vill undvika schaktning och när ledningen, förutom skadan, anses vara i gott skick. (Rolf, Ridgers & Stål, 2005, s.15). Strumpning kan även göras på delar av ledningar utan att hela ledningssträckan behöver läggas om¹³.
- Byte av vegetationen är enligt Orvesten, Kristoffersson & Stål (2003) den billigaste lösningen. Dock måste man ha i åtanke att stadsbilden förändras. Denna metod rekommenderas därför främst när det gäller gamla dåliga träd som ändå bör bytas ut inom en snar framtid.

¹¹ Nils Lindström, muntligen, 2006-10-09

¹² Pehr Andersson, muntligen, 2006-09-26

¹³ Sivert Rosén, muntligen, 2006-10-30

- Spolning, används i Växjö istället för beskärning på sträckor där rot-skärning skulle förstöra ledningarna. Spolning används annars främst för att få bort avlagringar av sand, samt efter det att rotbeskärning har gjorts¹⁴.
- Krackning. Denna metod går ut på att man krossar det befintliga röret utan att gräva upp det, för att sedan lägga ny ledning på samma plats som det gamla röret legat. Denna metod används dock inte i Växjö p.g.a. gjutjärnsledningar som ligger nära inpå VA-ledningarna, och som lätt skulle kunna gå sönder när man krossar de befintliga ledningarna¹⁵.
- Fortsatt beskärning. Metoden är i längden en dyr lösning, och inte ekonomiskt försvarbar. Dock bör man använda metoden då man har speciellt betydelsefulla träd som man vill bevara, alternativt som en temporär lösning i väntan på en annan lösning (Orvesten, Kristoffersson & Stål, 2003).
- U-liner. Ett kupat rör träs in i det befintliga röret. Med hjälp av tryck vecklas röret ut och bildar då ett nytt löst liggande rör inuti det gamla röret. Dock har U-liner problem att få täta skarvar mot brunnar och serviser, och det går dessutom inte att lägga på en begränsad del av en ledningssträcka, vilket är möjligt med strumpning¹⁶.

I Växjö använder man sig främst av två sätt för att spåra rotinträngningar, nämligen filmning och mätning av flöden. Genom att mäta flödet i en ledning kan man upptäcka om det finns något stopp i den, vilket sedan leder till filmning av den berörda ledningen¹⁷.

7. Förebyggande åtgärder

För att förebygga rotinträngningar måste man, vid alla tillfällen då man arbetar nära träd, lägger ledningar och nyplanterar försöka förutse hur den specifika åtgärden påverkar trädet och dess livsmiljö. Kompakterar man marken eller utför schaktarbeten kan trädets livsbetingelser påverkas väsentligt, och i slutändan kan detta leda till en rotinträngning.

Några av de punkter som Orvesten, Kristoffersson & Stål (2005) nämner som viktiga punkter för att förebygga rotinträngningar är:

- Minsta rekommenderade avstånd till spillvattenledningar är 3,0 meter, förutsatt att man använder tät rotspärr, väl uppbyggd växtbädd samt rätt växtmaterial. Det bör dock påpekas att detta inte är en garanti för att rotinträngningar inte kan ske.

¹⁴ Nils Lindström, muntligen, 2006-10-09

¹⁵ Nils Lindström, muntligen, 2006-10-09

¹⁶ Sivert Rosén, muntligen, 2006-10-30

¹⁷ Nils Lindström, muntligen 2006-10-09

- Röröverbyggnaden på dagvattenledningar måste ligga minst 90 cm under färdig markhöjd.
- Undvika att använda träarter med hög rotenergi, såsom pil och poppelarter, björk och hästkastanj.
- Använd både horisontella och vertikala rotspärrar.
- En växtbädd med minst 10 m³ jordvolym per träd skall användas. Planteringsytan skall ha en genomsläpplig beläggning, alltså inte asfalt eller plattor.
- Reparationer och utbyten av ledningar, serviser och brunnar skall kunna göras utan att skada trädet.

Bennerscheidt, Bosseler & Stützel (2004) anger följande punkter som viktiga för att minska risken för rotinträngning:

- Packningsdesign
- Rörbäddens utformning
- Typ av återfyllning.

Växjös arbete med förebyggande filmning och spolning av ledningarna började efter år 2001 då ett stort antal källaröversvämningar följde efter ett kraftigt sommarregn. Dessa filmningar har gjort att man har upptäckt fel på områden där man tidigare inte misstänkt några problem. Genom dessa förebyggande filmningar och flödesmätningar, kan man planera åtgärderna betydligt effektivare än om man endast ägnar sig av akutåtgärder. Områden som behöver åtgärdas noteras i en pärm och åtgärdas efter en prioriteringsordning¹⁸.

7.1 Samarbete mellan Parkförvaltningarna och VA-verken

För att undvika framtida och lösa nuvarande problem med rotinträngningar i VA-ledningar, måste samarbetet mellan Parkförvaltningarna och VA-verken i Sverige bli bättre. Stål (1992, s.29) skriver att ett samarbete mellan de olika intressenterna i en byggprocess är en nödvändighet om man vill ha gröna miljöer i tätorter och kommuner. Ridgers, Rolf och Stål (2005, s.9) skriver att om samarbetet mellan de olika avdelningarna inte fungerar leder detta till stora kostnader för kommunerna, och i slutändan skattebetalarna.

¹⁸ Nils Lindström, muntligen, 2006-10-09

8. Åtgärdsexempel för hantering av konflikter

Nedan följer olika exempel på hur man i olika städer arbetar med samarbetet dels mellan VA-verket och Parkförvaltningen, men även mellan VA och privatpersoner.

8.1 Malmö

8.1.1 Privatägda träd

VA-verkets roll i Malmö är att informera privatpersoner då deras privatägda träd är orsaken till en rotinträngning. Det är därefter upp till ledningsägaren att stå för kostnaden för fällning, bortforsling och återplantering (Orvesten, Kristoffersson & Stål, 2003).

VA-verket kan gå in och stå för kostnaden om stoppet kan leda till problem för andra abonnenter (Orvesten, Kristoffersson & Stål, 2003).

8.1.2 Träd ägda av parkförvaltningen

Efter att ha arbetat med trädrotsproblematiken under flera år, kan VA-personalen idag göra en första bedömning av vilka åtgärder som bör vidtas när problem uppstår. Ledningssträckor med rotinträngningsproblem tas upp på en åtgärdslista som sedan diskuteras med parkförvaltningen. Sedan tas de slutgiltiga besluten genom överenskommelser mellan avdelningscheferna för Parkförvaltningen och VA-verket (Personligt meddelande Stahre, 1999, i Orvesten, Kristoffersson & Stål, 2003).

VA-verket och Parkförvaltningen har i Malmö som grundregel att VA tar på sig hela kostanden för rotinträngning i allmänna avloppsledningar, medan Park tar på sig hela kostnaden för rotinträngningar i rännstensbrunnar. När VA tar ner ett träd för Park, ersätts detta med två nya träd som Park helt får besluta placeringen av. Innan ett träd tas ned värderas det ur estetisk, arkitektonisk, kulturhistorisk och funktionell synpunkt (Kristoffersson & Stål, 2003).

8.2 Linköping

8.2.1 Privatägda träd

I Linköping har VA-verket valt en jämförelsevis annorlunda strategi när det gäller privatägda träd, som skapat problem i form av rotinträngningar i VA-verkets ledningar. VA står för hela kostnaden för borttagning samt återplantering av träd, även på privat mark. Ägaren av det berörda trädet blir kontaktad och informerad om problemet och blir sedan erbjuden borttagning av det aktuella trädet. Trädet ersätts sedan med ett träd med mindre rotenergi (Orvesten, Kristoffersson & Stål, 2003).

Denna princip har lett till kostnadsbesparingar och fler nöjda abonnenter hos VA-verket i Linköping (Orvesten, Kristoffersson & Stål, 2003).

8.2.2 Träd ägda av parkförvaltningen

Samarbetet mellan parkförvaltning och VA-verket i Linköping är relativt sporadiskt då det saknas rutiner och överenskommelser. VA-verket kontakter endast parkförvaltningen i ett fåtal extrema fall då kostnaden anses nått orimliga nivåer. Då beslut om trädfällning har fattats tar VA-verket på sig hela kostnaden för bytet av det aktuella trädet (Orvesten, Kristoffersson & Stål, 2003).

8.3 Växjö

8.3.1 Privatägda träd

VA-verket i Växjö bekostar inte borttagning av privatägda träd som har orsakat rotinträngning, utan de har som rutin att kontakta ägaren och berätta vilka kostnader som trädet medför samt informera dem om vilka problem som ägaren själv kan råka ut för. Sedan är det upp till ägaren att själv besluta om denna vill ta bort trädet eller inte. Detta kan leda till långvariga kostnader för VA¹⁹.

8.3.2 Träd ägda av parkförvaltningen

I Växjö fungerar samarbetet mellan Parkförvaltningen och VA-verket mycket dåligt. Träd planteras utan någon hänsyn till ledningar, ibland även

¹⁹ Nils Lindström, muntligen, 2006-10-09

rakt ovanför ledningarna²⁰. Denna situation är vanlig runt om i landet, vilket leder till stora kostnader för kommunerna, och i slutändan skattebetalarna (Ridgers, Rolf och Stål, 2005). Dock kan man i Växjö se början till rutiner mellan Park och VA när det gällde att skicka ritningar mellan sig för godkännande av nyplanteringar av träd²¹.

Jag har även märkt ett stort intresse från båda parterna att börja samarbeta mer, både på det första mötet med chefen för VA-verket och chefen för Parkförvaltningen, men även på de övriga mötena som jag har haft med avdelningschefer och olika ingenjörer på de båda avdelningarna. Kenneth Hermansson²² på parkavdelningen ansåg det som en självklarhet att Park och VA samarbetade och kunde inte förstå varför ett sådant samarbete inte hade utarbetats tidigare.

9. Fallstudie i Växjö

9.1 Syfte

I fallstudien har rötternas förmåga att växa in i ledningarna studerats. Jag har även bedömt vid vilka förutsättningar det var störst risk för rotinträngningar samt föreslagit åtgärder för att minska risken för rotinträngning.

9.2 Metod

Min metod för att välja ut de områden som finns med i fallstudien var att först besöka Tekniska förvaltningen (VA-verket) i Växjö. De fick då presentera de områden där de hade stora problem med rotinträngningar. Bland dessa områden valde jag ut fyra helt olika. Detta gjordes av den anledning att jag ville ha olika typer av lösningar, olika intressenter och i slutändan kunna göra jämförelser mellan olika metoder och områden.

Efter det att jag hade utsett mina områden kontaktade jag Parkförvaltningen för mer information rörande trädens ålder, kondition samt i två fall ägandeförhållandena.

Fallstudien har studerats med följande hjälpmedel:

- intervjuer
- kartor
- filmningar
- litteratur

²⁰ Pehr Andersson, Ewa Eklind Blomkvist, muntligen, 2006-09-26

²¹ Nils Lindström, muntligen, 2006-10-09

²² Kenneth Hermansson, muntligen, 2006-10-30

9.3 Tillvägagångssätt

Nedan följer de punkter som jag använt mig av, samt en förklaring av varför jag valt just de punkterna:

- typ av bostäder
- typ av grönområden

Områdesbeskrivningen är till för att ge en inblick i den specifika vegetations betydelse för omgivningen, samt ge en del av förklaringen till varför en rotinträngning har skett. Uppgifterna om de olika områdena har jag fått fram genom okulär besiktning samt genom samtal med personer som känner till områdena.

Följande träddata har samlats in:

- ålder
- art
- typ av rotsystem
- kondition
- framtida utveckling

Med *typ av rotsystem* menas om trädet rotsystem har hög eller låg rotenergi samt om det har hög eller låg tillväxttakt. Den *framtida utvecklingen* är viktig för att kunna avgöra om samtliga punkter om träden är viktiga för att kunna göra en korrekt bedömning, både huruvida träden utgör en risk för ledningarna, och huruvida träden bör sparas eller tas bort om en rotinträngning har skett.

Där det har gått har jag fått information från parkförvaltningen, men i övriga fall har jag fått göra uppskattningar eller ta hjälp av litteratur, vilket jag gjort exempelvis när det gäller rotsystemstyp.

Följande markrelaterade data har samlats in:

- terrasstyp

Markens egenskaper är, som tidigare nämnts, avgörande för om träden kan utgöra ett problem för VA-ledningarna. Uppgifterna är hämtade från Parkförvaltningen.

Följande ledningsrelaterade data har samlats in:

- typ av VA-ledningar (spill- eller dagvattenledning)
- materialtyp
- ålder
- storlek
- djup
- ledningarnas kondition

Information i form av *ledningarnas kondition*, och *ålder* påverkar i stor utsträckning när det är dags att lägga om ledningarna, samt vilken typ av metod man bör använda sig av vid en eventuell rotinträngning. Informationen kan även vara av vikt för att förklara varför den eventuella rotinträngningen skedde. Ledningarnas *djup* och *material* är något som direkt påverkar den tid det tar för en rotinträngning att ske, och är därför mycket intressant för att göra bedömningar av ledningarnas möjlighet att motstå rotinträngningar. Det kan i förlängningen visa hur stor vikt andra faktorer har, exempelvis markens egenskaper. Punkterna *Ledningarnas storlek* och vilken *Typ av VA-ledning* är främst intressant att veta för att få ett begrepp om hur mycket rötter som krävs för att skapa ett stopp, samt vilka effekter en eventuell rotinträngning kommer att ha.

All information om ledningarna är viktig för att bestämma vilka insatser som bör göras, samt hur stor risken för framtida rotinträngning är. All information har hämtats från Tekniska förvaltningen i Växjö.

10. Resultat och diskussion av fallstudierna i Växjö

Växjö blev stad år 1342 och hade 51 790 invånare, år 2000, (wikipedia.se) som sysselsättningsmässigt följer riksgenomsnittet väl. Växjö är numera en expansiv stad, delvis genom universitetsstatusen som man fick 1999.

Enligt parkförvaltningen är jorden av typen morän i hela Växjö²³. Då jag inte har haft möjlighet att undersöka detta vidare har jag fått använda mig av dessa uppgifter.



Bild 3. 1 Alpgatan, 2 Värendsgatan, 3 X-perimenthuset, 4 Örbäcksvägen (Inspiration från www.stadskartan.se 2006-11-10)

För lednings- och trädkartor se bilagor 1 t.o.m. 4. Det saknas tyvärr trädkartor över Värendsgatan, Alpvägen och Örbäcksvägen. Att det för Örbäcksvägen saknas trädkartor får anses förklarligt då detta område består av stadsnära skog. Alpvägen består enbart av privatägda träd och

²³ Henry Carlsson, muntligen, 2006-10-30

parkförvaltningen har därför inget ansvar för karteringen av träden på detta område. I *Tabell 2* kan man få en överskådlig jämförelse mellan de olika fallstudieområdenas ledningsinformation.

Tabell 2. Sammanställning av ledningsinformationen för de fyra fallstudieområdena.

	Typ av rör	Rördimension	Anläggningsår	Rörens djup	Antal anmärkningar på den aktuella sträckan	Avstånd till närmaste träd
Alpgatan	Betong	225 mm.	1957	Dagvatten: 1,9 – 1,5 m. Spillvatten: 2,1 – 2,4 m.	22 st.	<10 m.
Värendsgatan	Betong och lera	225 mm.	1915	2 m	Samtliga skarvar	<5 m.
X-perimenthuset	Betong	1 200 mm.	Okänd	Okänd	Filmning var omöjlig	<5 m.
Örbäcksvägen	Betong	400 mm.	1965	1,9 – 2,2 m	23 st.	0 m*

(*Avstånd från ledning till närmaste träd vid rotinträngningstillfället, då träden ej hade avverkats.)

10.1 Alpgatan

10.1.1 Resultat



Bild 4. Alpgatan (2006-10-09)

Jag har begränsat fallet till en sträcka på ungefär 200 meter, med början Linodlarvägen och upp längs med Alpgatan.

Alpgatan ligger i området Öster, som är ett bostadsområde som anlades på 1920-40 talet. Området består av större privatägda fastigheter, och samliga träd är således privatägda. Längs med gatan kan man på ett flertal ställen se berg i dagen, vilket tydligt indikerar att hela området är byggt på berg. Det finns inga speciella grönområden på området, men villatomterna är stora och ger en god grönska till området.

Träden är av varierande ålder, men de äldre och större exemplaren planterades med stor sannolikhet när området anlades. Några av de trädarter som förekommer på området är: Ek, lönn, pil, rönn, tall och äpple.

Ledningarna består av dagvatten- och spillvattenledningar och är av betong 225 mm. Spillvattenledningen ligger på ett djup mellan 2,1-2,4 meter och dagvattenledningen på mellan 1,5-1,9 meters djup. Anläggningsåret är 1957 för båda ledningarna. Första gången ledningen rotskars var för 2 år sedan, 2004, innan dess har ledningarna spolats i ca 10 år med olika ej dokumenterade intervall²⁴. Ledningarna är i dagsläget i dålig kondition; det finns 22 anmärkningar på den undersökta sträckan, varav övervägande del består av rotinträngningar av varierande storlek. En åtgärd kommer därför enligt Rosén²⁵ att behöva vidtas inom överskådlig tid. För ledningskarta se *bilaga 1*.

10.1.2 Diskussion

Innan rotbeskrivningen gjordes filmades ledningen. När jag har studerat denna film och jämfört med platsobservationer har jag noterat att det finns en pil mycket nära det stället den största rotinträngningen är belägen. Detta stämmer även med mitt antagande då jag besökte platsen första gången, men ännu ej hade sett filmningen.

Pil är, som man kan se i *Tabell 1*, en av de arter som har hög rotenergi, hög tillväxttakt och en stor känslighet för torka. Detta gör pil till en högriskart när det gäller rotinträngningar. Alpgatan är, som tidigare beskrivits, mycket bergig, något som med stor sannolikhet har begränsat pilens tillgängliga jordvolym. Detta leder till att pilen letar sig ner till VA-ledningarna för att tillgodose sitt vatten- och luftbehov. Att det tagit relativt lång tid innan läget blivit ohållbart beror med stor sannolikhet på att det faktiskt finns en hel del växttillgängligt vatten i jorden, samt att ledningarna är lagda i en hårdgjord yta.

²⁴ Sivert Rosén, muntligen, 2006-10-30

²⁵ Sivert Rosén, muntligen, 2006-10-30

10.2 Värendsgatan

10.2.1 Resultat



Bild 5 Värendsgatan. Markeringarna visar två av brunnslöcken till ledningarna, endast ett fåtal meter från träden. (2006-10-09)

Fallstudien på Värendsgatan är begränsad till en sträcka av ca 150-200 meter som börjar strax efter korsningen Södra Esplanaden och fortsätter till strax efter korsningen Smålandsgatan.

Värendsgatan ligger på området Söder i Växjö. Vegetationen består främst av en allé med en blandning av ca 7-åriga och ca 80-100-åriga lönnar²⁶. Trädens kvalitet är mycket varierande; de flesta av de äldre träden är i förhållandevis god kondition, medan en del av de yngre träden har stora fläskador och bör bytas ut så snabbt som möjligt. Allén ligger längs med gatan och har således asfalt på den ena sidan, och en större grönyta av gräs på den andra. Samtliga träd samt grönytan tillhör parkförvaltningen.

Ledningarna på Värendsgatan är en blandning av lerrör och betongrör. Betongrören har en dimension på 225 mm, och lerrörsdelarna 300 mm, hela ledningen ligger på ett djup av 2 meter. Ledningarna är lagda i två omgångar, den första 1915 och den andra 1949. Båda ledningssträckorna har sprickor och dåliga lagningar och är i så dåligt skick, att de inte har kunnat rotskäras, utan endast spolats under flera år. Genom de filmningar som gjorts kan man tydligt se att rotinträngningar har skett i nästan samtliga skarvar. På grund av ledningarnas dåliga skick och de många rotinträngningarna, ligger

²⁶ Kenneth Hermansson, muntligen, 2006-10-30

Värendsgatan på prioriteringsnivå 1 för en total omläggning²⁷. För ledningskarta se *bilaga 2*.

10.2.2 Diskussion

Ledningarnas dåliga kvalité och placering anser jag är de viktigaste faktorerna till varför en rotinträngning har skett. Då en total omläggning av ledningssträckan är planerad anser jag att det är viktigt att man gör en grundlig undersökning av marken och att ledningarna placeras så att en rotinträngning inte sker förrän efter ledningarnas ekonomiska livslängd är uppfylld, vilket för VA-ledningar oftast är runt 100 år.

Att det ändå har tagit förhållandevis lång tid innan rotinträngningen blivit så pass allvarlig som den är idag anser jag beror på två faktorer:

- Det har varit god tillgång till jord.
- Ledningarna ligger i en hårdjord yta.

10.3 X-perimenthuset

10.3.1 Resultat



Bild 6. X-perimenthuset. Markeringarna visar ett brunnsslock och en nedstigningsbrunn, endast ett fåtal meter från träden (2006-10-09)

²⁷ Sivert Rosén, muntligen, 2006-10-30

Fallstudien är begränsad till det grönområde som ligger vid entrén till X-perimenthuset.

X-perimenthuset ligger i centrala Växjö nära järnvägsstationen, i en byggnad som tidigare var lokstall. Längs med gatan som går utanför X-perimenthuset finns en björkallé och inne på området finns både pil och lind. Björkallén ägs av parkförvaltningen medan pilarna och lindarna ägs av X-perimenthuset. Pilarna växer, som man kan se på *Bild 6*, mycket nära en av brunnarna, och har vid något tillfälle blivit kraftigt stympade. Området är inget använt grönområde, utan är ett genomgångsområde. För trädskarta se *bilaga 3*.

Ledningen är av betong och har en dimension på 1 200 mm. Information om både anläggningsår och ledningens djup saknas dock. Inga problem hade uppmärksammats förrän våren 2006 då en ny fastighet kopplades in till ledningen. Då upptäcktes att vattnet gick baklänges i ledningen, vilket ledde till en okulär undersökning av ledningen. Ett mycket stort stopp upptäcktes och en stor rensning genomfördes där man bland annat fick använda motorsåg och yxa²⁸!

Det finns i dagsläget inga planerade åtgärder, men enligt Rosén²⁹ kommer en strumpning med stor sannolikhet bli aktuell inom kort.

10.3.2 Diskussion

Både en okulär besiktning av ledningarna och en DNA-provsanalys av de rötter som finns i ledningen, skulle ha gjorts under hösten. Men på grund av det höga vattenståndet fanns det inte möjlighet att genomföra dessa undersökningar. Med stor sannolikhet har de dock kvarvarande rötterna haft en stor tillväxt under den torra sommaren som följde efter uppröjningen av ledningen.

Samtliga träd som växer på området är placerade mycket nära ledningen och både björk och pil är kända för sin höga tillväxthastighet och känslighet för vattenbrist, se *Tabell 1*. Det var av denna anledning som DNA-prov planerades att tas, för att säkerställa vilken art som låg bakom rotinträngningen.

Markens beskaffenhet på den aktuella platsen är något som kan ha inverkat på rotinträngningens omfattning. Min personliga uppfattning är dock att placeringen av de aktuella träden, på ett begränsat område med hårdgjorda ytor som avgränsning runtomkring, har en större inverkan än marken.

²⁸ Nils Hermansson, muntligen, 2006-10-09

²⁹ Sivert Rosén, muntligen, 2006-10-30

10.4 Räppe, Örbäcksvägen

10.4.1 Resultat



Bild 7. Örbäcksvägen, med den nyanlagda vägen rakt ovanför ledningen (2006-10-09)

Ledningen vid Örbäcksvägen ligger i området Räppe strax väster om Växjö. Det studerade området återfinns på en sträcka som är markerad i *bilaga 4*. Ledningen är en 400mm betongledning, som anlades 1965 och ligger på ett djup mellan 1,9 – 2,2 meter under markytan. Ledningen har hela stadsdelen Öjaby som upptagningsområde, med flera pumpstationer kopplade till sig. Ledningen rotbeskars 2004, då även en större röjning av vegetationen över ledningen skedde. Hela insatsen bekostades av VA-verket. Innan detta gjordes, genomfördes en filmning på den aktuella sträckan. 23 anmärkningar upptäcktes, varav en övervägande del var rotinträngningar. Tidigare stod träd, som ägdes av Parkförvaltningen, rakt ovanför ledningen. Denna insats var den första åtgärd som vidtagits på ledningen sedan den anlades 1965. Ledningen har i dagsläget ett antal sprickor och det läcker även in på något ställe. Rotinträngningarna är efter insatsen begränsade. För ledningskarta se *bilaga 4*.

Det finns i dagsläget inga andra åtgärder än spolning inplanerade från VA-sidan.

Vegetationen erbjuder ett skydd för villatomterna samt en mindre lekplats på området. Träden är i god kondition och av varierad ålder. Några av de trädarter som växer på platsen är: Al, björk, ek och tall

Parkförvaltningen röjer vid behov i området, men försöker annars att hålla skötselnivån nere så mycket som möjligt. Deras största åtagande är annars att sköta den lekplats som finns i området. De har i sitt arbete inga tankar på ledningarna, men de skulle kunna röja ledningsgator om de fick information om det³⁰.

10.4.2 Diskussion

Större ledningar som går mellan stadsdelar i så kallad stadsnära skog/naturliknande plantering är vad jag vet inte något som har studerats i Sverige. Problemet i dessa områden är oftast inte jordvolymen, utan snarare en kombination av att träden växer tätt och att de ofta växer rakt ovanför ledningen. I fallet Örbäcksvägen har man valt att anlägga en serviceväg rakt ovanför ledningen för att hindra framtida rotinträngning.

En brist som bör belysas är att det vid den andra filmningen var ett stort flöde i ledningen, vilket gjorde det svårt att bedöma eventuella nya rotinträngningar.

11 Slutsatser från fallstudierna med förslag till åtgärder

Under denna rubrik tar jag upp olika lösningar och åtgärdsförslag som jag anser lämpliga, eller relevanta att ha i åtanke vid en eventuell åtgärd av de olika områdena. Se även *tabell 2* för en sammanställning av ledningsinformationen för de fyra fallstudieområdena.

11.1 Alpgatan

Rotinträngningen på Alpgatan beror med största sannolikhet på den pil som växer i en av villaträdgårdarna. På Alpgatan finns det en stor grönska tack vare de många villaträdgårdarna, därför kommer ett borttagande av den berörda pilen inte spela någon avgörande roll för området.

I fallet Alpgatan anser jag att man bör använda sig av Linköpingsmodellen, där VA-verket går in och tar hela kostnaden för utbytningen av träd som man misstänker har orsakat rotinträngning i VA-ledningar. Det har visat sig att man genom detta system uppnår kostnadsbesparingar och samtidigt bibehåller allmänhetens förtroende. Efter borttagningen av det aktuella trädet bör man använda sig av lämplig metod för att laga den aktuella sträckan om denna har blivit skadad av rotinträngningen.

³⁰ Kenneth Hermansson, muntligen, 2006-10-30

Även fortsatt rotskärning vid bevarande av trädet är ett alternativ, men då detta inte är ekonomiskt eller estetiskt försvarbart anser jag att detta inte bör väljas.

11.2 Värendsgatan

De runt 100 år gamla lönnarna bör bevaras. Likaså bör man kunna eftersträva att återställa den allé som en gång varit på platsen, varför det är av största vikt att man vid en omläggning gör vad man kan för att hindra en framtida rotinträngning.

Ledningarnas höga ålder och bristande kvalitet är troligen en av de viktigaste faktorerna till varför rotinträngningen har blivit så stor. Frågan är snarare vilka åtgärder man bör göra när man lägger om ledningen, för att undvika rotinträngningar i de nya ledningarna.

För att kunna förbättra trädens förutsättningar bör jordprover tas, dels för att se hur packad jorden är och dels för att se vilken vattenhållande förmåga den har. Denna information skulle sedan vara mycket användbar när man planerar de nya växtbäddarna och de skydd som behövs, för att hindra framtida rotinträngning i de nya ledningarna.

Min åsikt är att man vid en omläggning bör flytta ledningarna så att de kommer så långt inåt vägen som möjligt, för att sedan lägga en rotspärr mellan ledningarna och träden. Om träden av någon anledning måste fällas bör man ersätta dessa med arter som har låg rotenergi, se tabell 1. För vidare information om förebyggande åtgärder, se rubrik 7 *Förebyggande åtgärder*.

11.3 X-perimenthuset

Då pilarna enligt min mening inte har något estetiskt eller arkitektoniskt värde bör en dialog tas med ägarna om borttagning av samtliga individer. Detta bör bekostas av VA-verket för att man i högre grad ska kunna påverka vilka arter som återplanteras. Ledningen ska visserligen med stor sannolikhet strumpas, men det är, som man kunnat läsa i tidigare kapitel, mycket svårt att få materialmötet mellan strumpa och brunnar att bli helt täta. Det är därför stor risk att en ny rotinträngning sker, kort efter strumpningen.

Vid val av nya trädarter bör man alltid kontakta personer med grön kompetens. Tabell 1 bör användas som en riktlinje för vilka arter som är lämpliga, och vilka som bör undvikas, vid återplanteringen.

11.4 Örbäcksvägen

På området vid Örbäcksvägen har man från VA-sidan kommit fram till en fungerande lösning, för ett område där forskning tidigare ej gjorts. Lösningen består i att anlägga en serviceväg rakt ovanför den rotinträngningsdrabbade ledningen.

När man anlägger ledningar i naturlika planteringar, eller som i fallet Örbäcksvägen, stadsnära skog, bör man göra en noggrann analys av både jordförhållanden, grundvattennivåer och framtida vegetation.

Finns möjlighet att lägga ledningen under grundvattennivå bör detta göras då det ger ett mycket gott skydd mot rotinträngning. Detta beror på att de flesta trädarters rötter inte kan växa i anaeroba förhållanden (undantag från detta är bl.a. al, pil och poppel). Finns inte möjligheter att lägga ledningarna så djupt bör man använda sig av rotskydd samt plantera arter med låg rotenergi ovanför ledningen. Det bästa skyddet fås dock om man har breda ledningsgator som röjs kontinuerligt alternativt har betad mark, eller en bredare serviceväg, rakt ovanför ledningen.

12. Diskussion

12.1 Markförhållandenas betydelse

I Växjö har man ännu inte upptäckt några rotinträngningar i PVC-ledningar, trots att viss filmning har gjorts. Detta kan bero på flera olika saker:

- Ledningarna är lagda under hårdgjorda ytor, vilket fördröjer rotinträngningen.
- PVC-rören är lagda i områden, där vegetationen ännu ej har lyckats etablera sig i så pass stor utsträckning, att de har vuxit ur planteringsgroparna.
- Filmningar inte har gjorts i tillräckligt stor utsträckning.
- Jordarten är sådan att rotinträngningar fördröjs.

Jorden har en stor inverkan på trädens utveckling och det skulle därför ha varit intressant att göra jämförelser mellan de olika områdenas jordtyper. Tyvärr har jag inte haft möjlighet att studera markförhållandena så som jag först planerat. Detta beror på tidsbrist, samt bristande information från Parksidan. Växjös markförhållanden, moränjord, bör dock skilja sig betydligt från de förhållanden som råder i Malmöregionen, där det främst är lerjordar som dominerar. Lerjorden har en naturlig sprickbildningstendens vid torka, vilket inte sand-/moränjordar har.

När det gäller jordvolymen så kan man, på de områdena som jag arbetat med i min fallstudie, inte se några direkta brister. Detta är dock något som ofta är ett stort problem i städer. Ett sätt att skapa större jordvolym är att

använda sig av så kallad skelettjord, som beskrivs under rubrik *4.1 Skelettjord*. En ökad användning av skelettjordar, där det är befogat, skulle skapa bättre levnadsförhållanden för träden, och därigenom minska risken för tidiga rotinträngningar samt ge friska och vackra träd. Användandet av skelettjordar berättigar dock inte att det läggs hårdjorda ytor nära träden, då det inte kommer ner något organiskt material genom den hårdjorda ytan. En stor öppen jordyta runt träden ska eftersträvas, både för att öka mängden vatten som når trädet, men även för att öka mängden organiskt material och gynna gasutbytet.

12.2 Samarbete Parkförvaltning – VA-verk

Som tidigare nämnts i uppsatsen, är ett fungerande samarbete mellan Parkförvaltningarna och VA-verken en av hörnstenarna för att komma tillrätta med rotinträngningsproblematiken i urban miljö. Med ett fungerande samarbete undviks misstag såsom:

- Träd planteras rakt ovanför ledningar.
- Träd med hög rotenergi planteras nära ledningar.
- Grävningsarbeten utförs för nära befintliga träd.
- Rotskärning görs på sträckor där de befintliga träden inte har något estetiskt, kulturhistoriskt eller arkitektoniskt värde.

Ett fungerande samarbete kan ge sig uttryck i regelbundna möten, där ledningssträckor med rotinträngningsproblem diskuteras för att man ska finna gemensamma lösningar. Ritningar skickas mellan avdelningarna vid all projektering, såsom nyplantering av träd, nyanläggning av ledningar och ledningsrenoveringar.

Vid fungerande samarbeten kan stora pengar sparas, dels genom snabba åtgärder, men även genom att rotinträngningar fördröjs eller helt undviks med bättre planering och kontakt mellan Park och VA.

12.3 Samarbetet Parkförvaltningen – VA-verket i Växjö

Som beskrivits tidigare så fungerar samarbetet mellan de olika avdelningarna Park och VA i Växjö dåligt, men man kan från båda sidor se en vilja att samarbeta. Att ett samarbete inte har startat tidigare tror jag beror på tre saker:

- Den tidigare chefen för Parkavdelningen i Växjö valde att inte prioritera ett samarbete med VA-avdelningen.
- Avsaknad av en utomstående utredare, som har kunnat peka på de tillfällen då ett samarbete har kunnat vara möjligt, och gett ett positivt resultat.

- Brist på kunskap om trädrötters möjlighet att penetrera även nya material, vilket kan ha lett till att man trott att ett samarbete inte har varit lika nödvändigt vid nyanläggningar.

Som man kan läsa i uppsatsen använder VA-verket sig av en dokumentations- och prioriteringspärm där ledningssträckor som behöver åtgärdas sätts in i. Denna borde, enligt min åsikt, användas i regelbundna möten med parkförvaltningen för att utröna vid vilka fall som Park och VA kan samarbeta för gemensamma lösningar.

Ett inledande samarbete mellan avdelningarna bör gå relativt enkelt då den nya parkchefen har erfarenhet av samarbete mellan Park och VA från Malmö, samt är positivt inställd till ett samarbete. Att sedan sprida kunskapen till både projektörer och anläggare kan ta tid, vilket kan leda till att man inte ser några stora förändringar förrän de nya arbetsrutinerna har blivit ett naturligt arbetsmönster. Speciellt svårt kan detta bli då Växjö har gjort en arbetsdelning mellan Park och gatukontoret, där gatukontoret projekterar och gräver planteringsgroparna, medan Park utför själva planteringen av träden.

Växjö har kommit en bit på väg när det gäller samarbetet mellan Park och VA, men det är fortfarande mycket att göra. Ett incitament borde vara den ekonomiska förtjänst man uppnår genom att redan från början ge träden goda förutsättningar, istället för att använda sig av kortsiktigt billiga lösningar, som i längden kan kosta stora belopp.

12.4 Jämförelse mellan de olika områdena i fallstudien

När man jämför de olika områdena så kan man se stora skillnader i de åtgärder som bör vidtas. I ett villaområde är det inte möjligt att ta ned alla träd som kan utgöra en fara för ledningarna, utan här får man genom filmningar och platsobservationer se vilka träd, som med störst sannolikhet står bakom rotinträngningen, och sedan byta ut de individerna. I en plats som Örbäcksvägen, med stadsnära skog är det däremot fullt möjligt att rensa upp en ledningsgata rakt ovanför ledningen. Att på Värendsgatan ta ned 100 åriga lönnar, för att hindra en kommande rotinträngning i en nyanlagd ledning, är för mig helt otänkbart. Däremot skulle man, på de platser där det står nyplanterade dåliga exemplar, byta ut dessa och förbättra växtbädden så att en rotinträngning skjuts på framtiden, eller undvikas helt. X-perimenthuset är ett, i min mening, tydligt tecken på okunskap. Här har pilar planterats bara några meter ifrån ledningarna, vilket har lett till en massiv rotinträngning. Självklart ska man kunna använda pil i städer, men det gäller då att vara medveten om att dessa har en stor rotenergi och att de ofta är orsaken till rotinträngningar. Även om man använder en väl uppbyggd växtbädd och rotspärrar så är det egentligen bara en tidsfråga innan rötterna kommer ner till ledningarna. Det säkraste sättet att undvika, eller åtminstone försena en rotinträngning är att ha ett stort avstånd mellan ledningarna och arter med en

hög rotenergi. Detta avstånd borde, enligt min mening, vara minst 10-20 meter.

Jämför man den tid det har tagit, från dess att ledningarna anlades tills rotinträngningarna har blivit så allvarliga att det har krävts en insats, så skiljer det 50 år mellan Örbäcksvägen och Värendsgatan. Jämför man de två områdena så finns det ett antal viktiga skillnader. På Örbäcksvägen växte träden rakt ovanför ledningen utan något rotinträngningskydd. Marken är på platsen mycket stenig, vilket indikerar att det är relativt torrt, samt att träden på platsen växte mycket tätt. På Värendsgatan ligger ledningarna i en hårdgjord yta, träden har en stor jordvolym i form av den gräsyta som ligger jämte samt genom det relativt stora avståndet mellan varje individ. I jämförelsen kan man tydligt se att parametrarna distans mellan träd och ledning, växttillgänglig jordvolym och vilken typ av yta som ledningarna ligger i, påverkar när en rotinträngning sker och hur allvarlig rotinträngningen blir. I jämförelsen mellan Alpgatan och Värendsgatan är det främst två parametrar som har spelat in: det växttillgängliga vattnet, där Alpgatan har mindre jordvolym p.g.a. att den är beläget på ett bergigt område och trädarten, i det här fallet pil, som med största sannolikhet har orsakat rotinträngningen. Här ser man igen vikten av jordvolym, och även att välja rätt sorts träd för den specifika ståndorten.

Jag hade intentionen att göra en jämförelse mellan PVC-ledningar och betongledningar, för att se vilken skillnad materialet utgör, för när en rotinträngning sker. Detta blev dock ej fallet, på grund av bristande dokumentation och filmningar från VA-sidan.

12.5 Samverkansrutiner

De olika rutinerna i Malmö, Linköping och Växjö skiljer sig inte så mycket åt när det gäller större insatser som involverar VA-verket och Parkförvaltningen, tar på sig hela kostnaden för borttagning och ersättning av träden. Däremot finns det stora skillnader i när kontakterna initieras. Jag anser att Malmös rutiner ger snabbare och därigenom kostnadsbesparande åtgärder. Både Park och VA kan planera åtgärderna och samarbetet har blivit rutin. I Växjö samarbetar avdelningarna inte lika frekvent, några kontinuerliga kontakter finns inte och avdelningarna kan därför inte ha samma framförhållning som i Malmö. Linköping får här ses som ett mellanting, där det finns ett mer utarbetat samarbete än i Växjö, men där det fortfarande finns arbete att göra innan de har nått lika långt som i Malmö.

När det sedan gäller rutinerna för problem som har uppstått mellan VA och privatpersoners privatägda träd är det bara Linköping som har en annorlunda lösning. Där står VA för hela kostanden för borttagning, bortföring och återplantering av träd som orsakat rotinträngning, medan det i Malmö och Växjö är privatpersonerna själva som får stå för samtliga kostnader. Min åsikt är att man i Växjö borde använda sig av Linköpingsmodellen för att på så sätt få snabbare lösningar på problemledningar. Man får även större

påverkningsmöjligheter av vilken/vilka arter som återplanteras, samt en ännu bättre relation till sina kunder.

12.6 Behov av forskning och utveckling

Det finns fortfarande mycket forskning kvar att göra kring varför trädrots-penetration sker. Man vet idag att det finns vissa parametrar som påverkar när en rotinträngning sker, men det finns fortfarande inget sätt som helt garanterar att en rotinträngning inte kommer att uppstå. Materialen i form av rörfogar, packningar och rotspärrar behöver förbättras. Rutiner för grävning, återfyllnad och andra arbeten nära träd behöver tas fram och framför allt uppföljas av dem som utför arbetena. Samarbetsrutiner mellan avdelningarna måste utarbetas och spridas genom organisationen.

I uppsatsen beskrivs begreppet MPa, som ett mått på det tryck som en rot kan åstadkomma. MPa är enligt mig en dålig enhet att använda sig av, då trädrotterna inte har något konstant tryck på en punkt, utan har möjlighet att leta sig fram till punkter som är mer lättgenomträngliga.

Inom rörindustrin gör man provtryckningar av ledningarna för att se om de håller för ett visst tryck i MPa. Denna provtryckning görs inifrån och ut, med ett jämt tryck runt hela ytan. Detta gör metoden olämplig för att se vilken rotinträngningsresistens som ledningarna har. Trädrotterna kommer, som alla vet, utifrån och in och har ett punkttryck som inte ledningarna är tillverkade för att hålla för. Man bör därför utarbeta andra metoder som är mer lämpliga för just trädrotsinträngning.

Orvesten, Kristoffersson & Stål (2003) använder sig av begreppet rotenergi som ett samlingsbegrepp för tre olika punkter:

- Tillväxthastighet.
- Kapacitet att nå en vid utbredning.
- Kapacitet att penetrera svår genomtränglig mark, skarvar och håligheter i avloppsledningar m.m.

Detta samlingsbegrepp ger, i min mening, en mer nyanserad bild av rötternas förmåga att penetrera VA-ledningar.

Det finns en hypotes om att träd som har goda växtmiljöer inte går ned i ledningar, men ändå har det skett rotinträngning i den undersökta matarledningen på Örbäcksvägen. Matarledningar mellan stadsdelar, i naturlika planteringar eller stadsnära skog, är som tidigare nämnts ett område där det, mig veterligt inte gjorts någon fördjupad analys av i Sverige. Detta är därför ett område som bör undersökas närmare för att hitta lämpliga lösningar för dess speciella förhållande.

En grundligare undersökning bör göras i Växjö för att se om rotinträngningar har skett i PVC-ledningar. Detta är även något som det generellt finns ett stort behov av runt om i landet.

12.7 Svagheter i uppsatsen

En svaghet i min uppsats, som bör framhållas, är att arbetet kan ha blivit påverkat av det nära samarbete jag haft med min biträdande handledare, Örjan Stål. Detta kan ha gett sig uttryck i att Stål har fått tillfälle att försvara sig mot andra källor, vilket inte har erbjudits i omvänd ordning. Jag har visserligen själv uppmärksammat det potentiella problemet och försökt undvika en vinkling av arbetet, men att en viss färgning av arbetet har skett är något som man inte kan bortse ifrån.

Eftersom det inte finns något register över äldre trädets ålder har det varit mycket svårt att fastställa någon exakt ålder på de träd som finns på mina områden. Därför har det blivit många antagande i fallen Alpgatan och Värendsgatan.

En annan svaghet i uppsatsen är att jag inte har haft tid och möjlighet att göra ordentliga jordprover vilket jag först planerat göra på platserna som jag tagit upp i min fallstudie. Detta skulle ha kunnat ge en större inblick i om jorden har packats, om det finns andra hårda lager som har påverkat rötternas tillväxtriiktning, samt om jorden har en bra eller dålig vattenhållande förmåga. Detta skulle kunna påverka den tid det tar för en rotinträngning att inträffa.

14. Källförteckning

14.1 Litteratur

Andersson P (1997). *Träd, ledningar och växtbäddar*. SLU. Examensarbete inom Landskapsingenjörsprogrammet 1997:3 Alnarp

Bengtsson R, Lindberg A (1994). *Stadsträd planterade i Sverige 1981-1991*. SLU. Alnarp

Benson H (1995). *University physics – revised edition*. John Wiley & Son. USA.

Bühler O, Norgård Nilsen C & Kristoffersen P (2006). Growth and phenology of established *tilia cordata* street trees in response to different irrigation regimes. I *Arboriculture & urban forestry*. Vol. 32, nr 1, sida 3-9.

Burn L S, Lu J P & Whittle A J (2000). Elastomeric joint performance of PVC, VC, and FRC pipes. I *Polymer engineering & science* vol. 40, nr10, sida 2217-2226. Society of Plastics Engineers. Brookfield.

Orvesten A, Kristofferson A & Stål Ö (2003). *Trädrötter och ledningar – goda exempel på lösningar och samverkansformer*. VA-Forsk nr 31. Stockholm.

Ridgers D, Rolf K & Stål Ö. (2005). *Trädrötter och ledningar – nya rön om rotinträngning i moderna VA-ledningar*. VA-Forsk nr 2005-11. Stockholm.

Rolf, K (1994). Skelettjord – ny planteringsjord. *Trädbladet*. nr2, s. 5-6.

Rolf K (1993). *Metoder för rekultivering av packningsskadad mark i urban miljö*. Rapport SLU, Institutionen för lantbruksteknik, 169. Uppsala

Rolf K (1986). *Packning och packningsskador i urban miljö – En markfysikalisk undersökning av en planteringsyta*. Movium. Alnarp.

Stål Ö (1992). *Trädrötter och ledningar*. Stad & Land. Movium. Alnarp.

Stål Ö (1996). *Rotinträngning i avloppsledningar – En undersökning av omfattning och kostnader i Sveriges kommuner*. VA-Forsk nr 1996-02

Vollbrecht K (2000). *Träd deras biologi och vård*. SLU. Reproenheten. Alnarp.

14.2 Elektroniska källor

Bennerseid C, Bosseler B & Stützel T (2004) *Root penetration in sewers: Causes, Tests and Prevention*

<http://www-pot.lt.slu.se/costc15/documents/Root%20penetration.pdf> (2006-11-13).

Bäckman H (2005). *Tree root intrusion – an increasing maintenance problem in sewer systems.*

http://www.lt.slu.se/ShowPage.cfm?OrgenhetSida_ID=2437 (2006-12-20).

Göteborgs stad (2005). *Trädpolicy Göteborgs stad En gemensam syn på plats- och gatuträd i staden.*

[http://www.parkochnatur.goteborg.se/prod/parkochnatur/dalis2.nsf/vyFilArkiv/Tradpolicy05.pdf/\\$file/Tradpolicy05.pdf](http://www.parkochnatur.goteborg.se/prod/parkochnatur/dalis2.nsf/vyFilArkiv/Tradpolicy05.pdf/$file/Tradpolicy05.pdf) (2006-06-02).

Wikipedia.se

<http://sv.wikipedia.org/wiki/V%C3%A4xjö> (2006-11-16).

14.3 Kartor

http://www.stadskartan.se/maps/078001x_Vaxjo_ny.gif

VA-verket, Växjö

14.4 Muntliga källor

Andersson, Pehr. *Tekniska förvaltningen, VA-avdelningen*, Växjö

Carlsson, Henry. *Tekniska förvaltningen, parkförvaltningen*, Växjö

Eklind Blomkvist, Ewa. *Tekniska förvaltningen, parkförvaltningen*, Växjö

Gustafsson, Eva-Lou. SLU. *Institutionen för Landskaps- och trädgårdsteknik*, Alnarp

Hermansson, Kenneth. *Tekniska förvaltningen, Parkavdelningen*, Växjö

Lindström, Nils. *Tekniska förvaltningen, VA-avdelningen*, Växjö

Malmström, Leif. *VA-verket*, Malmö

Rosén, Sivert. *Tekniska förvaltningen, VA-avdelningen*, Växjö

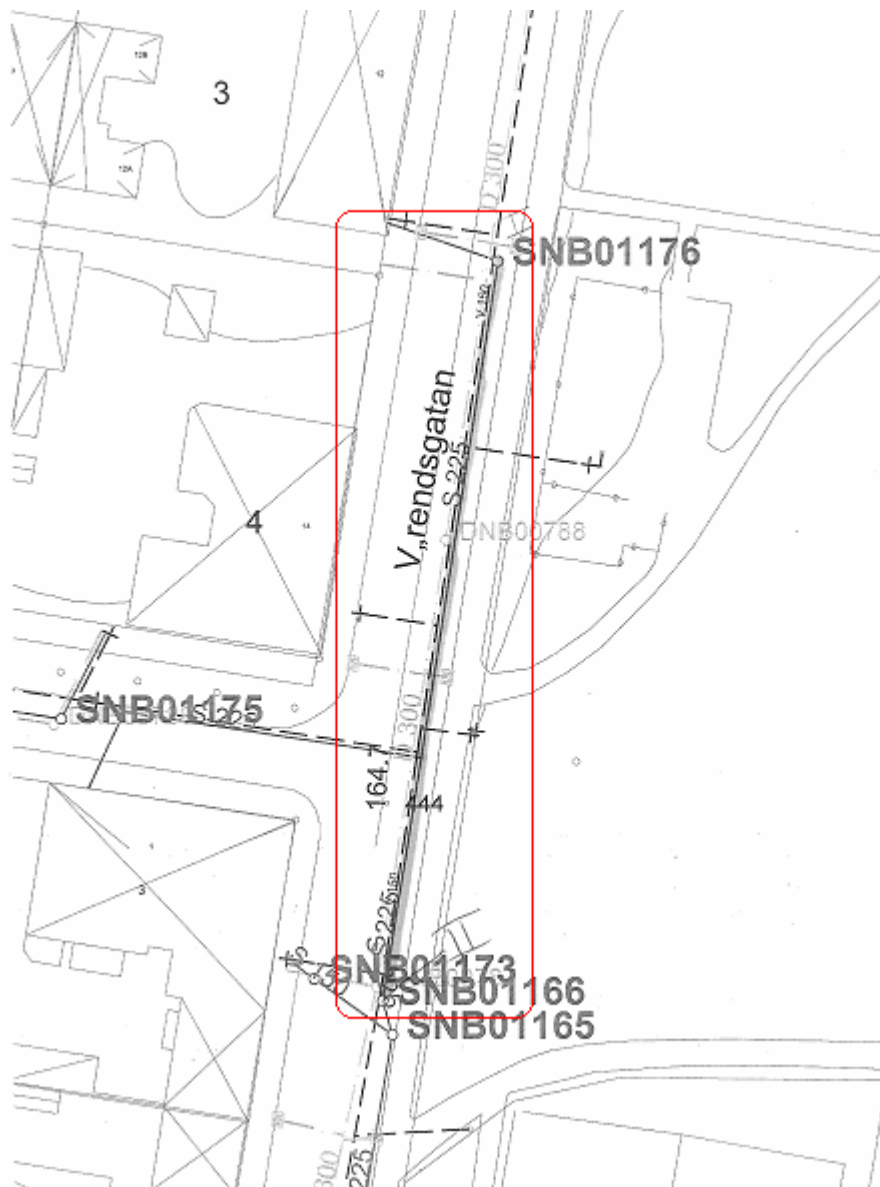
Stål, Örjan. *SWECO VBB*, Växjö

Bilaga 1. Ledningskarta, Alpvägen



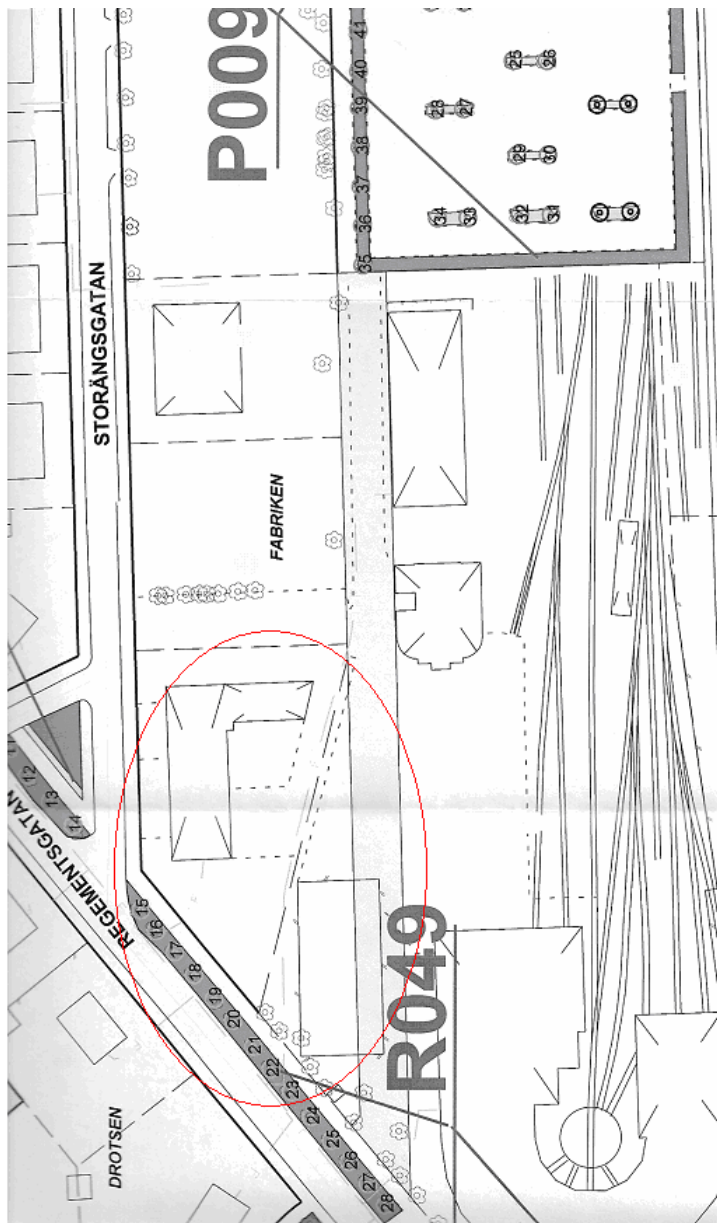
Bilaga 1. Markeringen visar det undersökta området. Kartan är ej skalenlig (VA-verket, Växjö).

Bilaga 2. Ledningskarta, Värendsgatan



Bilaga 2. Markeringen visar det undersökta området. Kartan är ej skalenlig (VA-verket, Växjö).

Bilaga 3. Trädkarta, X-perimenthuset



Bilaga 3. Markeringen visar det undersökta området. Kartan är ej skalenlig (Parkförvaltningen, Växjö).

Bilaga 4. Ledningskarta, Örbäcksvägen



Bilaga 4. Markeringen visar det undersökta området. Kartan är ej skalenlig (VA-verket, Växjö).

